

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-331956

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/095

(21)Application number : 2001-027799

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 05.02.2001

(72)Inventor : FUJII HITOSHI
YAMAMOTO HIROSHI

(30)Priority

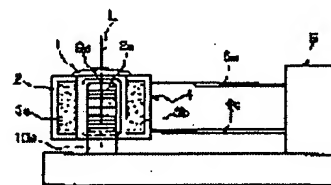
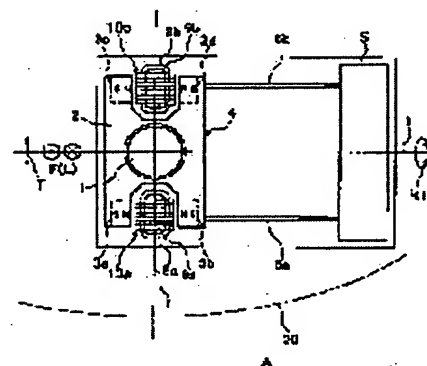
Priority number : 2000068308 Priority date : 13.03.2000 Priority country : JP

(54) OBJECTIVE LENS DRIVING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an objective lens driving device capable of attaining miniaturization and a thin shape by remarkably improving all driving sensitivity of triaxial driving of focusing, tracking and tilting.

SOLUTION: Driving coil blocks 10a, 10b are disposed on a fixing base 5 symmetrically in the radial direction r of a disk relative to an objective lens 1. Magnets 3a-3d are arranged in a movable body 4 so as to face both side surfaces in the tangent direction t of the recording track of the disk of respective driving coil blocks 10a, 10b. Since the both surfaces of the driving coil blocks 10a, 10b are utilized in focusing driving, tracking driving and radial tilt driving, the effective part of the coil is doubled and driving sensitivity is remarkably improved.



B

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-331956
(P2001-331956A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 7/095

識別記号

F I
G 1 1 B 7/095

テーマコード(参考)
D 5 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-27799(P2001-27799)
(22) 出願日 平成13年2月5日(2001.2.5)
(31) 優先権主張番号 特願2000-68308(P2000-68308)
(32) 優先日 平成12年3月13日(2000.3.13)
(33) 優先権主張国 日本(J P)

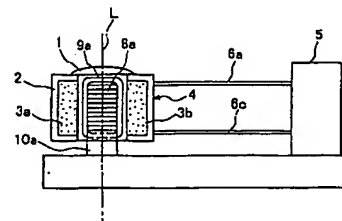
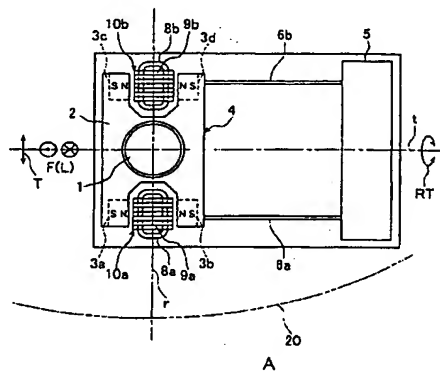
(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 藤井 仁
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 山本 寛
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 100095555
弁理士 池内 寛幸 (外5名)
Fターム(参考) 5D118 AA02 AA03 AA06 AA23 BA01
CD02 CD03 CD04 DC03 EA03
EB13 ED05 FA27 FB10

(54) 【発明の名称】 対物レンズ駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 フォーカシング、トラッキング、チルトイン
グの3軸駆動の全ての駆動感度を飛躍的に高め、小型
化、薄型化が可能な対物レンズ駆動装置を提供する。

【解決手段】 駆動コイルブロック10a、10bを対
物レンズ1に対してディスクの半径方向rに対称に固定
基台5上に配設する。各々の駆動コイルブロック10
a、10bのディスクの記録トラックの接線方向tの両
側面に対向するようにマグネット3a～3dを可動体4
に配置する。フォーカス駆動、トラッキング駆動、及び
ラジアルチルト駆動に際して、駆動コイルブロック10
a、10bの両面を利用できるためコイル有効部が2倍
となり駆動感度を飛躍的に向上させることができる。



B

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同心円状又は螺旋状の記録トラックを備えるディスクにレーザビームを照射する対物レンズ、前記対物レンズを保持するレンズホルダ、及び前記レンズホルダに固着されたマグネットからなる可動体と、固定基台と、一端が前記可動体に固着され他端が前記固定基台に固着され前記可動体を弾性的に支持する支持部材と、前記可動体を前記対物レンズの光軸方向および前記ディスクの半径方向に移動するとともに前記ディスクの記録トラックの接線方向の軸周りに回転する駆動手段とを有する 3 軸駆動の対物レンズ駆動装置であって、前記駆動手段は、磁性体からなるヨークに巻回された、前記対物レンズの光軸方向に巻回軸を有するフォーカシング駆動コイルと、前記ディスクの半径方向に巻回軸を有するトラッキング駆動コイルとをそれぞれ備えた一対の駆動コイルブロックからなり、前記一対の駆動コイルブロックは前記対物レンズに対して前記ディスクの半径方向に対称に配置されて前記固定基台に固定され、前記レンズホルダに固着された前記マグネットは、前記ディスクの記録トラックの接線方向に磁化方向を有し、前記各駆動コイルブロックの前記ディスクの記録トラックの接線方向の両側面に同極面を対向させて、前記駆動コイルブロックと所定距離を隔てて、前記駆動コイルブロックを挟みこむように配置され、前記一対の駆動コイルブロック内の前記フォーカシング駆動コイルに、発生する駆動力が互いに逆向きとなるように電流を給電することにより前記ディスクの記録トラックの接線方向の軸周りの回転駆動力を得ることを特徴とする対物レンズ駆動装置。

【請求項 2】 前記マグネットは 4 個から構成され、前記 4 個のマグネットの総合的な重心位置が、前記可動体の重心位置と一致することを特徴とする請求項 1 記載の対物レンズ駆動装置。

【請求項 3】 前記レンズホルダと、前記マグネットと、前記支持部材と、前記固定基台とが、一体的に成形されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の対物レンズ駆動装置。

【請求項 4】 前記マグネットは、前記対物レンズの中心を通るディスクの記録トラックの接線方向軸に対して、磁極を互いに異ならせて対称位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の対物レンズ駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学式記録再生装置等に用いられる光ヘッドの対物レンズ駆動装置に関する。特にディスクに対する光軸の傾きを補正する機能を有する 3 軸駆動の対物レンズアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、情報記録再生装置において高密度化、高速化、薄型化、低コスト化の技術開発の進展には著しいものがあり、ディスク状記録担体に対して光学的に情報を記録又は再生するいわゆる光ディスク記録再生装置にあっても数多くの取り組みがなされている。

【0003】 光ディスク記録再生装置において、ディスク面に対する対物レンズの光軸の相対傾きであるチルトが生じていると、光学的な収差が発生し記録再生時の信号が劣化する原因となる。このため最近では、ディスクの面振れの上下運動によるフォーカシングずれや記録トラックの偏芯などによるトラッキングずれに加えてディスクと対物レンズ光軸との相対傾きを補正するために、対物レンズを 3 軸、即ちフォーカシング方向、トラッキング方向、及びディスクの記録トラックの接線方向周りの回転方向（以下、ラジアルチルト方向）に駆動する対物レンズ駆動装置が提案されている。

【0004】 従来のこの種の対物レンズ駆動装置としては、たとえば特開平 9-022537 号公報に開示のものがある。この従来例について、その構成および動作説明のための模式平面図を図 4 に示す。

【0005】 図 4 において、その構成を説明する。対物レンズ 1、対物レンズ 1 を保持するレンズホルダ 2、およびディスクの記録トラックの接線方向 t に磁化の方向を有し対物レンズ 1 に対して接線方向 t に対称配置されレンズホルダ 2 に固着された 2 個のマグネット 3 a および 3 b とから可動体 4 が構成される。一端が可動体 4 に固着され他端が固定基台 5 に固着された互いに平行な 4 本の金属線 6 a ～ 6 d（6 c、6 d は図中重なり合うため図示せず）を介して、可動体 4 は固定基台 5 に保持される。マグネット 3 a の片側の磁極面に対向するように駆動コイルブロック 10 a、10 c が、またマグネット 3 b の片側の磁極面に対向するように駆動コイルブロック 10 b、10 d が、それぞれマグネット 3 a、3 b と離間して配置されている。駆動コイルブロック 10 a ～ 10 d は、磁性体からなるヨーク 7 a ～ 7 d（図示せず）に巻回された、対物レンズ 1 の光軸方向 L に巻回軸を有するフォーカシング駆動コイル 8 a ～ 8 d とディスクの半径方向 r に巻回軸を有するトラッキング駆動コイル 9 a ～ 9 d とを備えており固定基台 5 に植立固定されている。なお、図 4 において 20 はディスクの外周の仮想線を示す。

【0006】 以上のような構成により、フォーカシング方向の駆動を行なう場合は、駆動コイルブロック 10 a ～ 10 d 内のフォーカシング駆動コイル 8 a ～ 8 d に、発生する駆動力がすべて同一方向となるように電流を給電する。また、トラッキング方向 T の駆動を行なう場合は、トラッキング駆動コイル 9 a ～ 9 d に、発生する駆動力がすべて同一方向となるように電流を給電する。一方、ラジアルチルト方向 R の駆動を行なう場合は、対物レンズ 1 の光軸を通るディスクの記録トラックの接線

r に対して一方の側のフォーカシング駆動コイル 8 a、8 b と他方の側のフォーカシング駆動コイル 8 c、8 d とに、発生する駆動力が互いに逆向きとなるような電流を上記フォーカシング駆動を行なうための電流に重畳して印加する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光ディスク記録再生装置では、高密度化を実現するため高開口率の対物レンズを用いて、より小径の集光スポットによって記録再生を行うことが増えている。この場合、ディスクに対する対物レンズの光軸の相対傾きであるチルトによって発生する収差の度合いは開口率の 3 乗に比例して大きくなるため、良好な記録再生信号を得るためにはディスクに対する対物レンズの光軸角度において更に高精度な位置決めが必要となる。

【0008】また、上記に加えて装置の高速化、小型化が進むことにより対物レンズ駆動装置の追従能力の向上が要望され、特に高速動作を満足するためには軽くて、小さくしかも強力な駆動機構を持つことが不可欠となる。

【0009】しかしながら、前述した従来例の特開平 9-22537 号公報の対物レンズ駆動装置は、高密度化に対応したチルト補正機能を得るために、従来の 2 軸の対物レンズ駆動装置の駆動コイルブロックを接線 t で半径方向に 2 分割して得たものであるため、有効磁束および有効コイル長が減少し駆動感度の低下を余儀なくされている。また、マグネット 3 a、3 b の片側磁極面及び駆動コイルブロック 10 a ~ 10 d の片側面のみのみを使用して駆動力を得ているため、可動体重量に対する駆動効率を悪化させていた。

【0010】更に、対物レンズの光軸を通る接線 t により 2 分割されたフォーカシング駆動コイル（チルト駆動コイルと兼用）8 a と 8 c 及び 8 b と 8 d はそれぞれ隣り合っているため、分割された各々のフォーカシング駆動コイルの駆動力の作用点とチルト回転軸との距離を大きくできず、そのためチルト回転軸に対する曲率半径が小さくなりチルト駆動力として大きな回転モーメントを得ることが難しいという問題があった。

【0011】また、駆動コイルブロックが 4 個あるために、コストアップの要因になるとともに、そこに巻回されたフォーカシング駆動コイルおよびトラッキング駆動コイルの始終端の処理作業が困難で組立作業性が悪いという問題があった。

【0012】本発明は上記のような従来の対物レンズ駆動装置の課題を解決すべく、チルト補正機能を有するとともに、フォーカシング、トラッキング、チルティングの 3 軸駆動すべてに関しその駆動感度を飛躍的に高め、更には小型化、薄型化が可能な対物レンズ駆動装置を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、従来の 4 本ワイヤサスペンションタイプでムービングマグネット型の 3 軸駆動の対物レンズ駆動装置であって、特にマグネットと駆動コイルブロックの配置を以下のように構成するものである。

【0014】すなわち、対物レンズを 3 軸に駆動する駆動手段は、磁性体からなるヨークに巻回された、対物レンズの光軸方向に巻回軸を有するフォーカシング駆動コイルと、ディスクの半径方向に巻回軸を有するトラッキング駆動コイルとをそれぞれ備えた一対の駆動コイルブロックからなる。前記一対の駆動コイルブロックは前記対物レンズに対して前記ディスクの半径方向に対称に配置されて固定基台に植立固定される。レンズホルダに固着されたマグネットは、前記ディスクの記録トラックの接線方向に磁化方向を有し、それぞれの前記駆動コイルブロックの前記ディスクの記録トラックの接線方向の両側面に同極面を対向させて、前記駆動コイルブロックと所定距離を隔てて、前記駆動コイルブロックを挟みこむように配置される。前記一対の駆動コイルブロック内のフォーカシング駆動コイルに、発生する駆動力が互いに逆向きとなるように電流を給電することにより前記ディスクの記録トラックの接線方向の軸周りの回転駆動、すなわちラジアルチルト方向の駆動を行なうものである。

【0015】本発明によれば、各駆動コイルブロックの両側面にマグネットが配置されているため、駆動感度を向上させることができる。例えばラジアルチルト駆動を行なう場合、駆動コイルブロック内のフォーカシング駆動コイルの両側面を利用してラジアルチルト駆動を行なうため、コイル有効部が従来の 2 倍となり駆動感度を飛躍的に高めることができる。さらに駆動コイルブロックをチルト回転軸より離れた位置に設置するのでチルト駆動力として大きな回転モーメントを得ることができる。

【0016】また、本発明の対物レンズ駆動装置においては、4 個のマグネットを有し、これらの総合的な重心と可動体の重心とを一致させることが好ましい。これにより、不要共振のない良好な周波数特性を得ることができる。

【0017】また、本発明の対物レンズ駆動装置においては、レンズホルダと、マグネットと、支持部材と、固定基台とが一体的に成形されるのが好ましい。これにより、部品点数の削減、組立工数の低減が図れ低コスト化が可能となる。

【0018】また、マグネットは、対物レンズの中心を通るディスクの記録トラックの接線方向軸に対して、磁極を互いに異ならせて対称位置に配置されているのが好ましい。これにより、駆動力の向上が可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0020】（実施の形態 1）図 1 A は、本発明の実施

の形態 1 にかかる対物レンズ駆動装置の模式平面図、図 1 B はその側面図である。ここでは従来例と同じ作用、機能を有する部品に同じ番号を付与している。

【0021】その構成を説明する。対物レンズ 1 と、これを保持するレンズホルダ 2 と、レンズホルダ 2 に固着されたマグネット 3 a ~ 3 d とを有する可動体 4 が、固定基台 5 に、一端が可動体 4 に固着され他端が固定基台 5 に固着された互いに平行な 4 本の金属線（支持部材）6 a ~ 6 d（図 1 A において金属線 6 c、6 d は金属線 6 a、6 b と重なるため図示せず。また、図 1 B において金属線 6 b、6 d は金属線 6 a、6 c と重なるため図示せず。）で弾性的に支持されている。そして、磁性体からなるヨーク 7 a、7 b（図示せず）に巻回された、対物レンズ 1 の光軸方向 L に巻回軸を有するフォーカシング駆動コイル 8 a、8 b と、ディスクの半径方向 r に巻回軸を有するトラッキング駆動コイル 9 a、9 b とを備えた一対の駆動コイルブロック 10 a、10 b が、対物レンズ 1 の中心に対してディスクの半径方向 r に対称に配置された状態で固定基台 5 に植立固定されている。また、可動体 4 に固着されたマグネット 3 a、3 b とマグネット 3 c、3 d は、すべてディスクの記録トラックの接線方向 t に磁化方向を有し、駆動コイルブロック 10 a と駆動コイルブロック 10 b の各々のディスクの記録トラックの接線方向 t の両側面に N 極面を対向させて、駆動コイルブロック 10 a、10 b と所定距離を隔てて、各駆動コイルブロック 10 a、10 b を挟みこむ状態で配置されている。なお、図 1 A において、20 はディスクの外周の仮想線を示す。本発明においてディスクは特に限定されず、同心円状又は螺旋状に記録トラックが形成された周知のディスクを使用することができる。また、ディスクの半径 r 及び記録トラックの接線 t とは、対物レンズ 1 の光軸が交わるディスク上の点を通るディスクの半径、及び該点における記録トラックの接線を意味する。

【0022】図示しない発光素子及び受光素子と対物レンズ 1 とを結ぶ光路は、従来と同様に、固定基台 5 の対物レンズ 1 と対向する領域に貫通孔を形成し、固定基台 5 の対物レンズ 1 とは反対側に反射ミラーを配置することで確保することができる。あるいは、後述する実施の形態 3 のように、対物レンズ 1 と固定基台 5 との間にプリズムを配置することで確保しても良い。

【0023】以上のように構成された対物レンズ駆動装置について、以下、その動作を述べる。フォーカシング方向（光軸方向 L）の駆動を行なう場合は、2 個の駆動コイルブロック 10 a、10 b 内の各々のフォーカシング駆動コイル 8 a、8 b に、発生する駆動力が同一方向となるように電流を給電する。また、トラッキング方向 T の駆動を行なう場合は、トラッキング駆動コイル 9 a、9 b に、発生する駆動力が同一方向となるように電流を給電する。一方、ラジアルチルト方向 R T の駆動を

行なう場合は、2 個の駆動コイルブロック 10 a、10 b 内の各々のフォーカシング駆動コイル 8 a、8 b に、発生する駆動力が互いに逆向きとなるような電流を上記フォーカシング駆動を行なうための電流に重畳して印加する。

【0024】したがって本実施の形態 1 によれば、駆動コイルブロック 10 a、10 b を挟むようにそれぞれの両側面にマグネット 3 a、3 b 及びマグネット 3 c、3 d を配置したので、フォーカシング、トラッキング、及びチルティングの全ての駆動において、駆動コイル 8 a、8 b 又は駆動コイル 9 a、9 b の両面を利用して駆動することができ、駆動感度を向上させることができる。例えば、ラジアルチルト駆動においては、各々の駆動コイルブロック 10 a、10 b に巻回された各々のフォーカシング駆動コイル 8 a、8 b の接線 t 方向の両側面を利用するため、ラジアルチルト方向 R T の駆動トルクを発生させるコイル有効部が従来の 2 倍となり駆動感度を飛躍的に高めることができる。さらに、駆動コイルブロック 10 a、10 b を対物レンズ 1 を挟んで半径 r 方向に離間して配置したことにより、ラジアルチルトのための駆動力の作用点がチルト回転軸から離れた位置に設置されるのでチルト駆動力として大きな回転モーメントを発生させることが可能となる。

【0025】さらに、駆動コイルブロック 10 a、10 b が 2 個の構成となるため、部品削減とコイル始端の処理工数の削減が可能となる。

【0026】なお、本実施の形態 1 において、4 個のマグネット 3 a ~ 3 d の総合的な重心位置と可動体 4 の重心位置とを一致させることにより、不要共振の発生を防ぎ良好な周波数特性を得ることができる。

【0027】また、本実施の形態 1 において、レンズホルダ 2 と、4 個のマグネット 3 a ~ 3 d と、4 本の金属線 6 a ~ 6 d と、固定基台 5 とがインサート成形等により一体的に成形されることにより、組立工数の低減とともに組立バラツキの少ない量産性に優れた 3 軸駆動の対物レンズ駆動装置を提供できる。

【0028】（実施の形態 2）図 2 は、本発明の実施の形態 2 にかかる対物レンズ駆動装置の可動部 4 及びその周辺の構成を示した模式平面図である。前述の実施の形態 1 と同様の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0029】本実施の形態 2 では、レンズホルダ 2 に固着された 4 個のマグネット 3 a ~ 3 d を、対物レンズ 1 の中心を通る記録トラックの接線 t 方向軸に対して、一方の側に配された 2 個のマグネット 3 c、3 d の磁極と他方の側に配された 2 個のマグネット 3 a、3 b の磁極とが互いに逆向きになるように設置している。すなわち、実施の形態 1 と異なり、マグネット 3 c、3 d は駆動コイルブロック 10 b に対向する面がいずれも S 極となるように設置されている。この結果、ディスク半径方

向 r に対して一方の側に、マグネット 3a、3c と駆動コイルブロック 10a、10b の中心に配置したヨーク 7a、7b とで磁路 Ga が形成され、またディスク半径方向 r に対して他方の側に、マグネット 3b、3d と駆動コイルブロック 10a、10b の中心に配置したヨーク 7a、7b とで磁路 Gb が形成される。そして、対物レンズ 1 の中心を通る半径 r 上において、磁路 Ga と磁路 Gb との向きは一致する。この場合、フォーカシング方向、トラッキング方向、及び、ラジアルチルト方向の駆動を行なうための電流の向きは実施の形態 1 と異なることは明白である。

【0030】したがって、実施の形態 2 によれば、磁路 Ga、Gb の形成により有効磁束量を増大でき、その結果駆動感度を更に高めることができる。

【0031】（実施の形態 3）図 3A は、本発明の実施の形態 3 にかかる対物レンズ駆動装置の主要部の模式平面図、図 3B はその対物レンズの光軸を通る側面断面図である。前述の実施の形態 1 と同様の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0032】上述のように、本発明の対物レンズ駆動装置では、駆動力を得るためのマグネット 3a～3d と駆動コイルブロック 10a、10b は、対物レンズ 1 を挟んでディスクの半径方向 r に対称の位置に配置される。従って、対物レンズ 1 と固定基台 5 との間の領域、及び該領域から接線 t 方向に延びる領域に、構成部品と干渉を生じることなくスペースを確保することが可能となる。従って、図 3A、図 3B に示すようにマグネット 3a と 3c と間のレンズホルダ 2 の下面の一部を切り欠いて、立ち上げブリズム 11 を固定基台 5 上に設置する。レンズホルダ 2 の切り欠き部の底面 2a の傾斜角度を立ち上げブリズム 11 の上面の傾斜角度と略一致させることで、対物レンズ 1 の下部に立ち上げブリズム 11 をレンズホルダ 2 と接触することなく配置することが可能となる。したがって、固定基台 5 の下面に反射ミラーを配置していた従来の構成と比較して光ビックアップ全体の薄型化を図ることができる。図 3B において、12 はディスクに対して記録再生を行なうための光ビームの主光線を示す。

【0033】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、駆動コイルブロック内のフォーカシング駆動コイルの 2 面を利用

するため、コイル有効部が 2 倍となり駆動感度を飛躍的に高めることができる。さらに駆動コイルブロックをチルト回転軸より離れた位置に設置するのでチルト駆動力としての大きな回転モーメントを得ることができる。

【0034】また、マグネット重心と可動体重心とを一致させることにより、不要共振のない良好な周波数特性を得ることができる。

【0035】また、部品の一体成形化により、部品点数の削減、組立工数の低減が図れ低コスト化が可能となる。

【0036】また、マグネットの磁極配置の工夫により、駆動力の向上が可能となる。

【0037】また、レンズホルダの対物レンズ下部にスペースを確保することで、装置の薄型化を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1A は本発明の実施の形態 1 にかかる対物レンズ駆動装置の模式平面図、図 1B はその側面図

【図 2】本発明の実施の形態 2 にかかる対物レンズ駆動装置の主要部の模式平面図

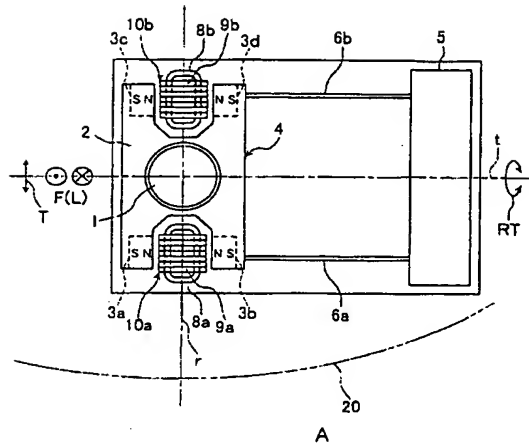
【図 3】図 3A は本発明の実施の形態 3 にかかる対物レンズ駆動装置の主要部の模式平面図、図 3B はその側面断面図

【図 4】従来の対物レンズ駆動装置の模式平面図

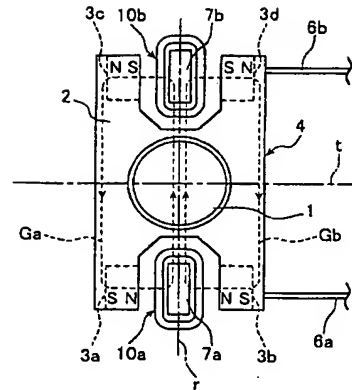
【符号の説明】

- 1 対物レンズ
- 2 レンズホルダ
- 3a、3b マグネット
- 4 可動体
- 5 固定基台
- 6a～6d 金属線
- 7a、7b ヨーク
- 8a、8b フォーカシング駆動コイル
- 9a、9b トラッキング駆動コイル
- 10a、10b 駆動コイルブロック
- 11 立ち上げブリズム
- T トラッキング方向
- F フォーカシング方向
- L 光軸方向（F と同じ）
- t ディスク接線方向
- r ディスク半径方向
- R T ラジアルチルト方向

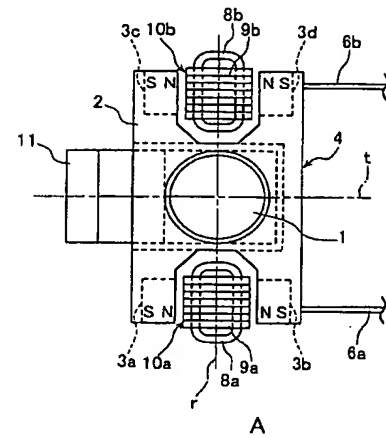
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

